



Status und Trends von Markierlasern

**Ein Überblick unter besonderer Berücksichtigung
der Aspekte Energie- und Prozesseffizienz**

Dr. Carsten Ziolk

Leiter Forschung & Entwicklung
TRUMPF Laser Marking Systems AG

Power Lasers: Clean tech Day, ETH Zürich
2. Juli 2009



Über uns



Wir sind eine Unternehmensgruppe mit Schwerpunkten in der Fertigungs- und Medizintechnik.

Unseren Kunden bieten wir innovative Produkte von hoher Qualität.

Wir sind auf allen Weltmärkten vertreten, kundennah mit 57 Tochtergesellschaften.

Als Familienunternehmen – und das seit 1923 – ist es unser Ziel, wirtschaftlich unabhängig zu bleiben.



Geschäftsbereiche der TRUMPF Gruppe

Werkzeugmaschinen/ Elektrowerkzeuge		Lasertechnik/ Elektronik		Medizin- technik
Werkzeug- maschinen	Elektro- werkzeuge	Lasertechnik	Elektronik	Medizin- technik
				
Werkzeugmaschi- nen für die flexible Blechbearbeitung	Elektrowerkzeuge für die Blechbear- beitung	Laser für die Fertigungstechnik	Prozessstromversor- gungen für Plasma- anwendungen, induktive Erwärmung und CO ₂ -Laser- anregungen	OP-Tische und -Leuchten, Deckenstative
Umsatz (Mio €) Mitarbeiter	1.874,8 5.469	Umsatz (Mio €) Mitarbeiter	551,7 1.805	Umsatz (Mio €) Mitarbeiter
				126,2 513

Geschäftsjahresende 30.06.2008, konsolidiert innerhalb des Geschäftsbereichs; Zahlen gerundet

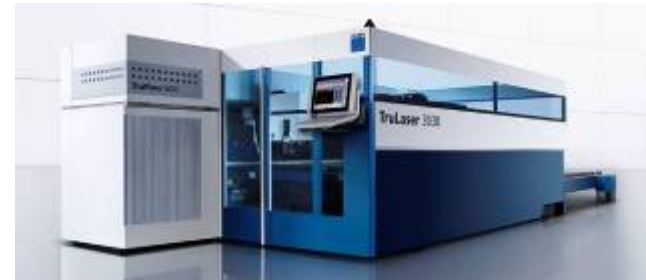


Geschäftsfeld Werkzeugmaschinen

Computergesteuerte Werkzeugmaschinen für die flexible Blech- und Materialbearbeitung



Stanzen



2D-Laserbearbeitung



Stanz-/Lasermaschinen



Biegen





Geschäftsfeld Lasertechnik

Laser und Lasersysteme für die Fertigungstechnik zum Schneiden, Schweißen, Beschriften und zur Oberflächenbearbeitung



CO₂-Laser



Diodenlaser



Festkörperlaser



Laserbeschrifter



TRUMPF Laser Marking Systems AG





TRUMPF Laser Marking Systems AG (TCHL)

	Geschäftsjahr 2007 / 2008
Produkte	Beschriftungslaser Laserbeschriftungssysteme
Standort	Grüsch, Schweiz
Umsatz	ca. € 60 Mio. ¹⁾ Ø Wachstum während 10 Jahren > 20 % p.a.
F&E Budget	10% des Umsatzes
Mitarbeiter	> 100 ²⁾ > 190 ³⁾

1) Aussenumsatz

2) in Grüsch, Schweiz

3) inkl. weltweiter Vertriebs-, Service- und Applikationssupport



TruMark Serien - Überblick

TruMark 3010
 TruMark 3020
 TruMark 3130
 TruMark 3230

TruMark 5020

TruMark 6020
 TruMark 6130
 TruMark 6230
 TruMark 6330



Abmessungen:
 379x138x138mm



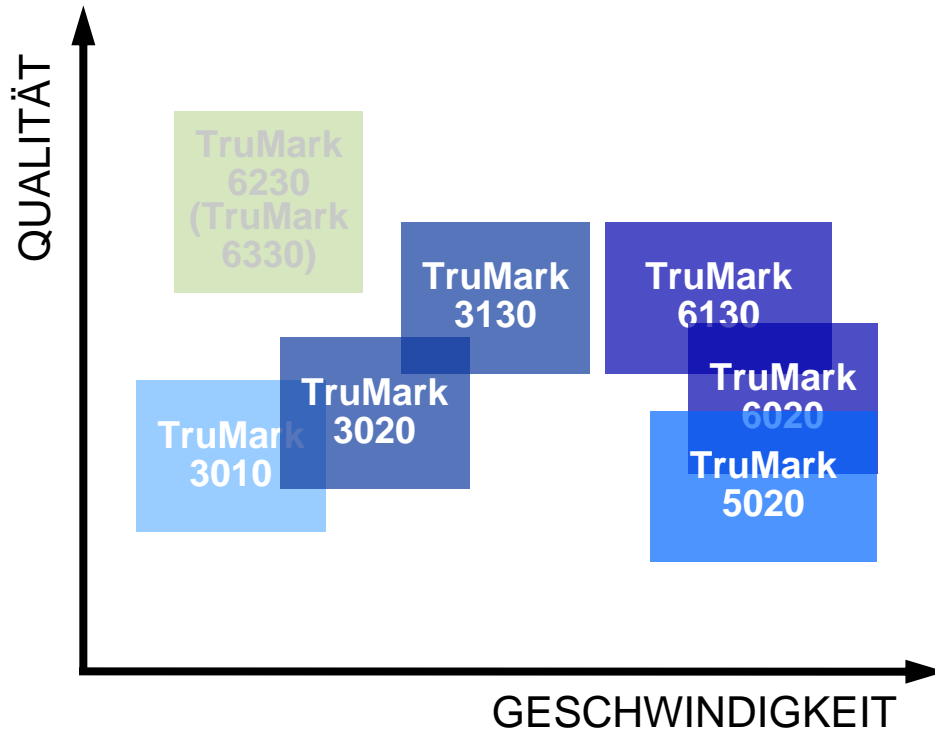
Abmessungen:
 414x131x157mm



Abmessungen :
 613x301x200mm



Metall-Gravur



Weitere Einflussgrößen

- Bearbeitungszeit
- Gravurtiefe
- Strukturgröße
- Grat / Aufwurf
- Flankenform der Gravur
- Oberflächenbeschaffenheit
- Nachgeschaltete Prozesse

Legende

- Basis-Markiersystem
- Standard-Markiersystem
- Performance-Markiersystem
- Faser-Markiersystem
- Grünes Markiersystem
- UV - Markiersystem



Anwendungsmöglichkeiten für Markierungen



Zahnrad



Zündspule



Bodenlampe

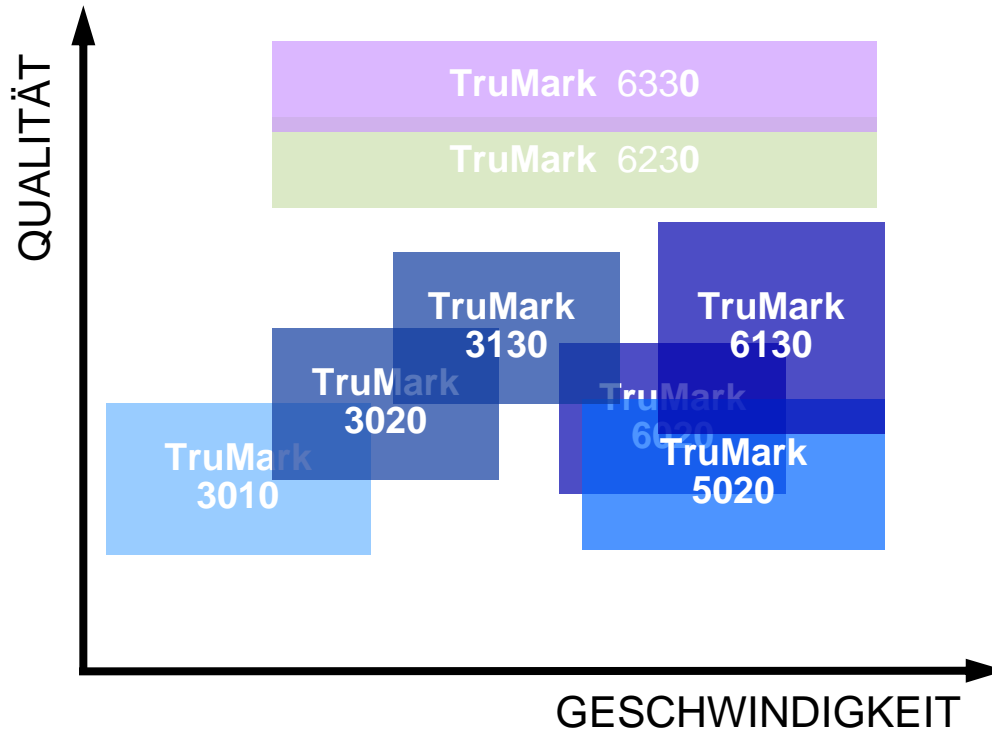


Siliziumwafer





Kunststoffmarkierung



Weitere Einflussgrößen

- Material und Farbe
- Kontrast
- Kratzfestigkeit
- Strukturgröße

Legende

- Basis-Markiersystem
- Standard-Markiersystem
- Performance-Markiersystem
- Faser-Markiersystem
- Grünes Markiersystem
- UV - Markiersystem



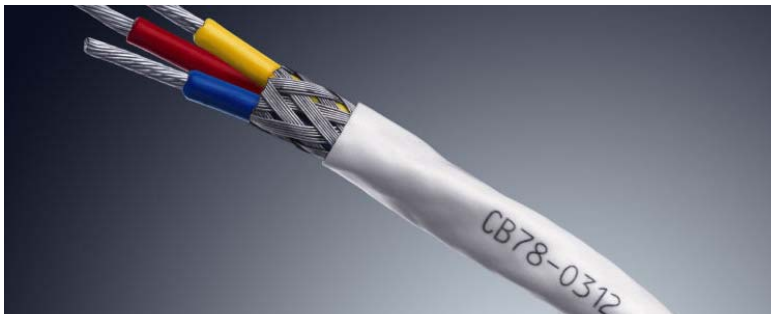
Anwendungsmöglichkeiten für Markierungen



Drehzahlmesser (Tag&Night)



Schutzschalter



Kabel

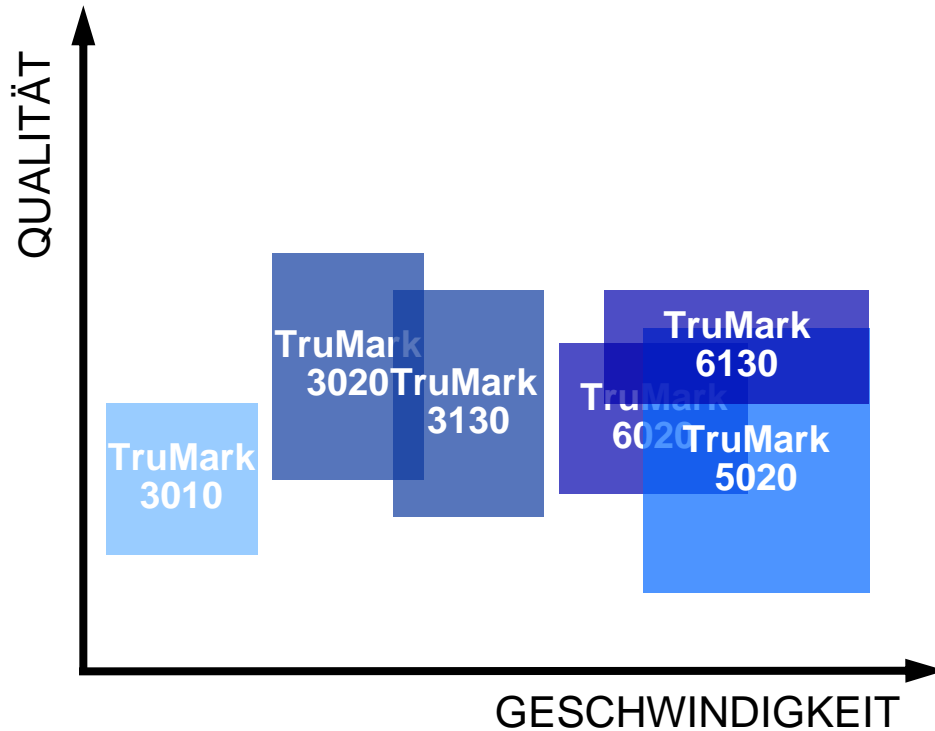


Kuhohrmarke





Anlassbeschriftung



Weitere Einflussgrößen

- Bearbeitungszeit
- Anlassfarben
- Deformation
- Mikrorisse

Legende

- Basis-Markiersystem
- Standard-Markiersystem
- Performance-Markiersystem
- Faser-Markiersystem
- Grünes Markiersystem
- UV - Markiersystem



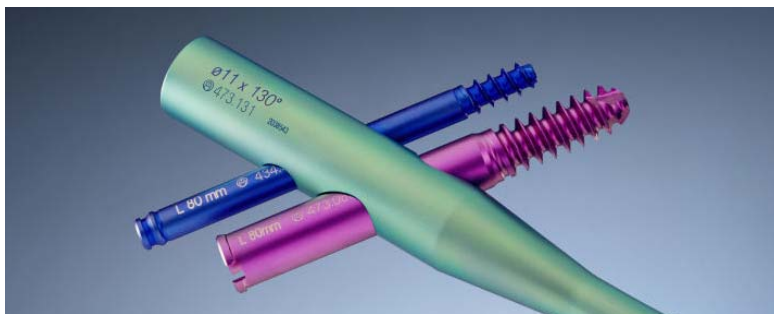
Anwendungsmöglichkeiten für Markierungen



Herzschrittmacher



Kanüle



Implantat



Endoskop





Wege zur Optimierung des Gerätewirkungsgrades

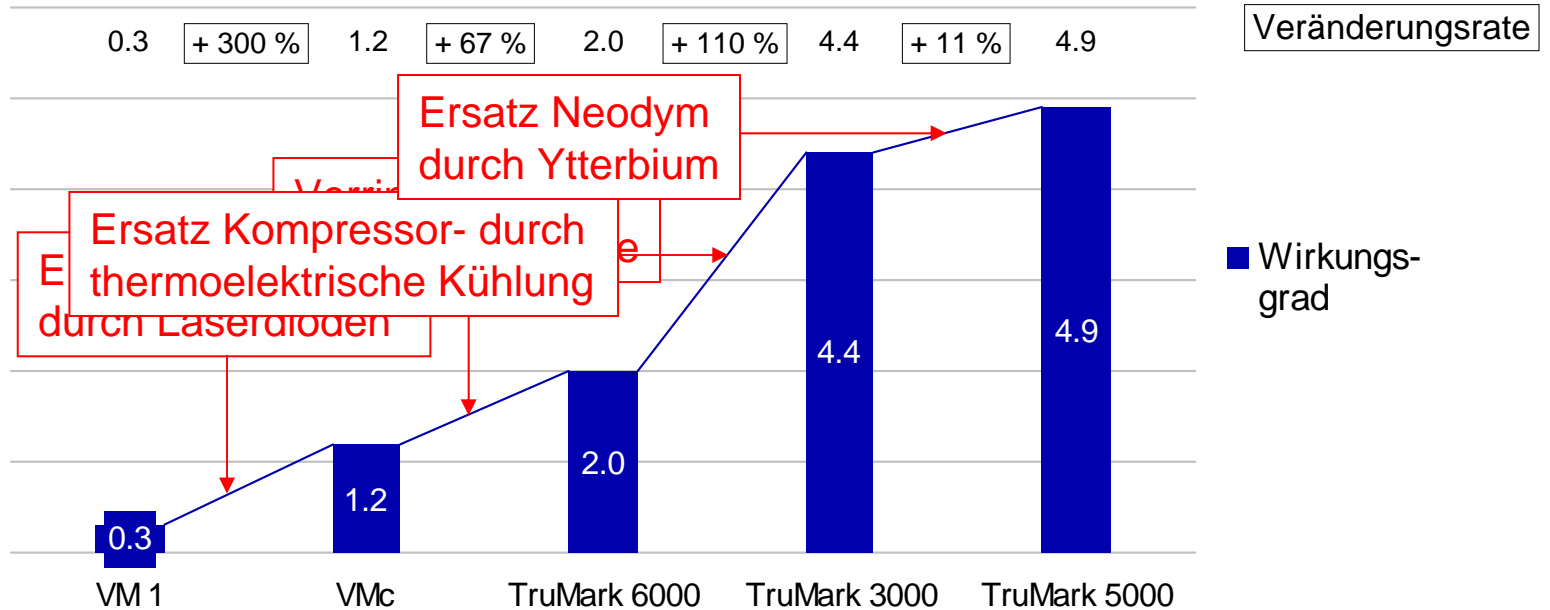
- Art der Pumpquelle:
Bogenlampe, Laserdiode, elektrischer Strom, ...
- Lasermedium:
Nd:YAG, Nd:YVO₄, Yb:YAG, Yb-dotierte Faser, ...
- Kühlung:
Wasserkühlung mit/ohne Kompressor, aktive/passive Luftkühlung, ...
- Stromversorgung:
Schaltungstopologie, Bauteile mit geringer Verlustleistung, ...
- Pumpwellenlänge
808 nm, 8xx nm, 940 nm, ...
- Strahlqualität → cave: Prozesswirkungsgrad!



Entwicklung der Energieeffizienz

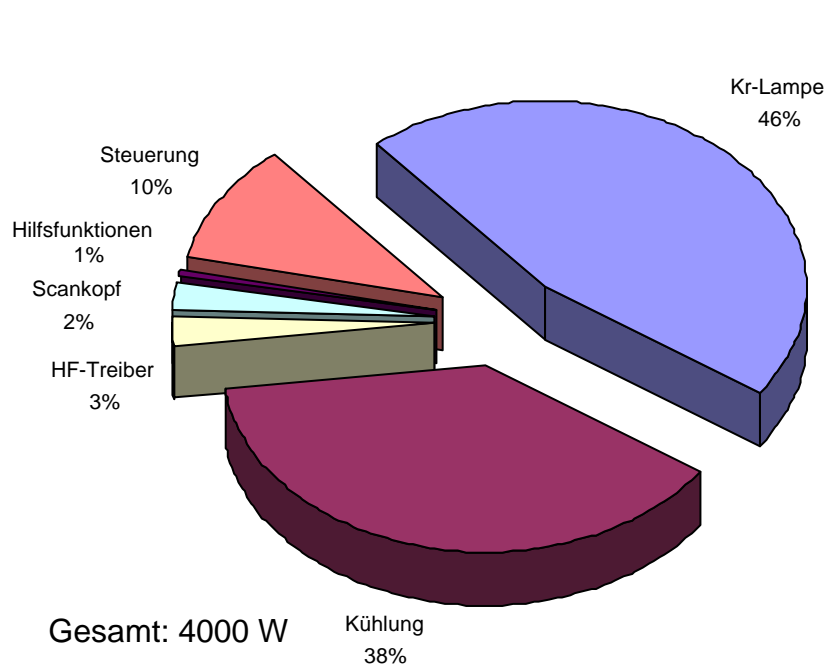
Am Beispiel von fünf TRUMPF Markierlasergenerationen

Wirkungsgrad in %

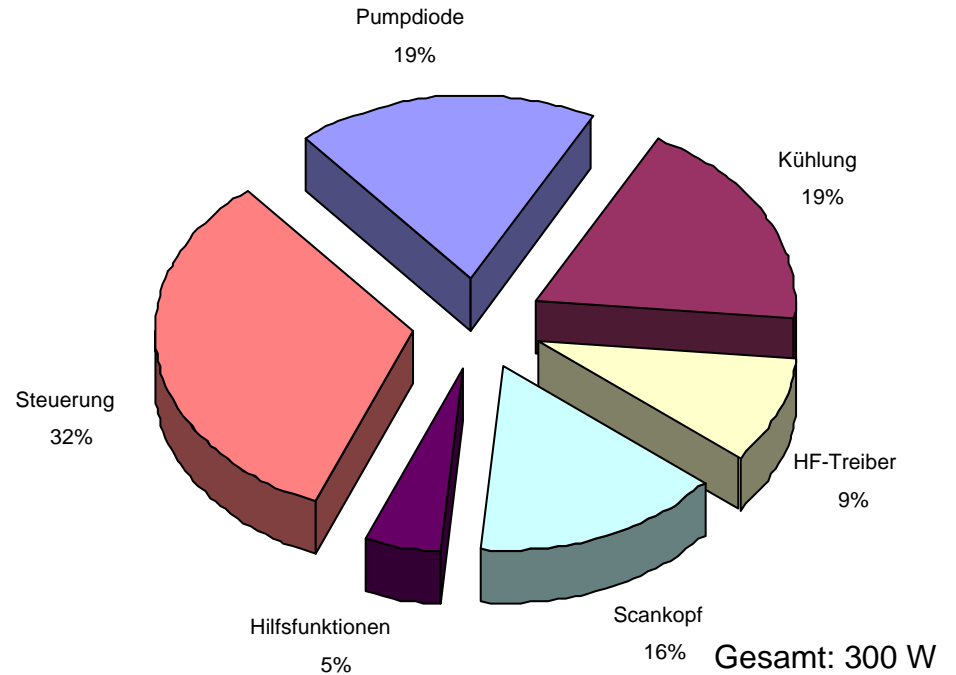




Verteilung der Leistungsaufnahme



VectorMark 1



TruMark 3000

Leistungsaufnahme der Laserstrahlquelle reduziert von >3200 W auf <150 W!



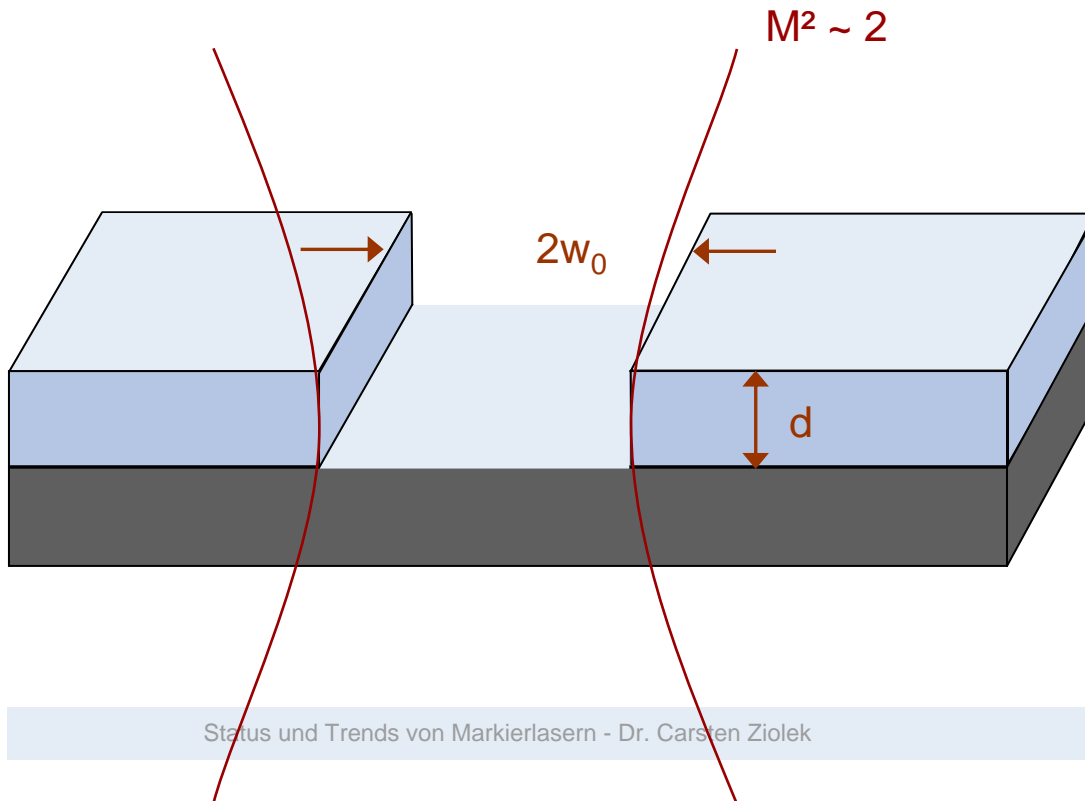
Hohe Prozesseffizienz durch TEM₀₀

Am Beispiel „Strukturierung in der Photovoltaik“

Was bei Multimodestrahlung mit $M^2 \sim 2$ gilt:

Bei fester Schärfentiefe d :

- Strukturbreite: $2w_0$
- Energiedichte: E_0





Hohe Prozesseffizienz durch TEM₀₀

Am Beispiel „Strukturierung in der Photovoltaik“

Wie Grundmode-Strahlung die Effizienz steigert:

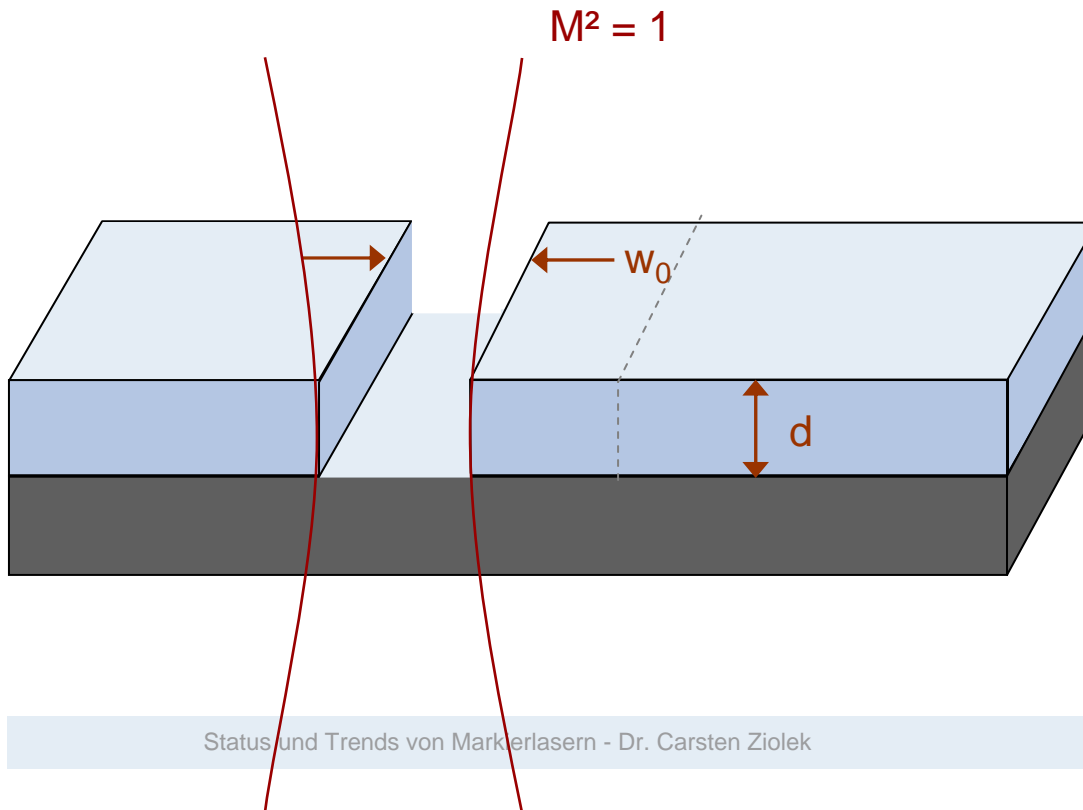
Bei fester Schärfentiefe d :

- Strukturbreite: w_0
- Energiedichte: $2 \cdot E_0$

Resultat:

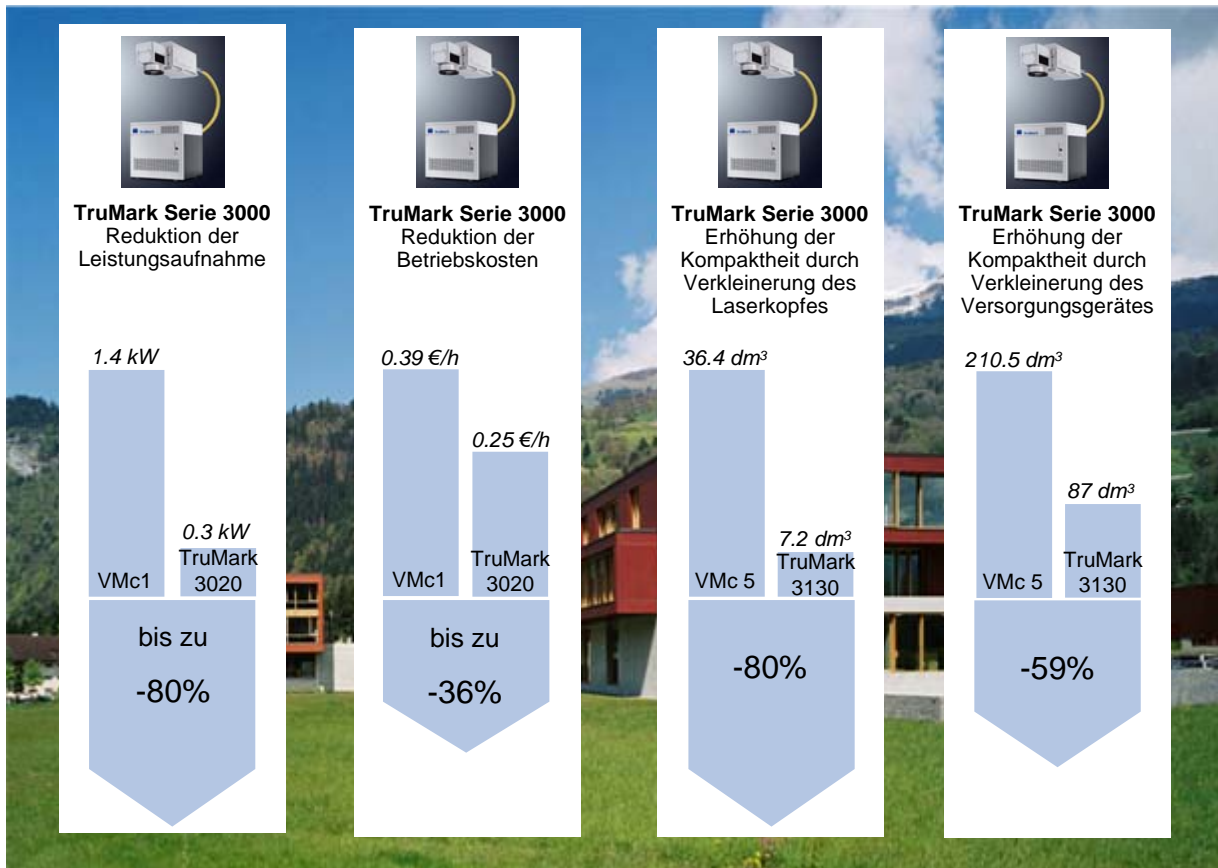
Nur noch $\frac{1}{2}$ der
Laserenergie notwendig →
Weniger Energieverbrauch!

Mehr wirksame Fläche →
Mehr Wirkungsgrad!





TruMark Serie 3000 – Effizienz in allen Bereichen





TruMark Serie 6000 – Effizienz durch mehr Leistung



VMc

Leistung +71%



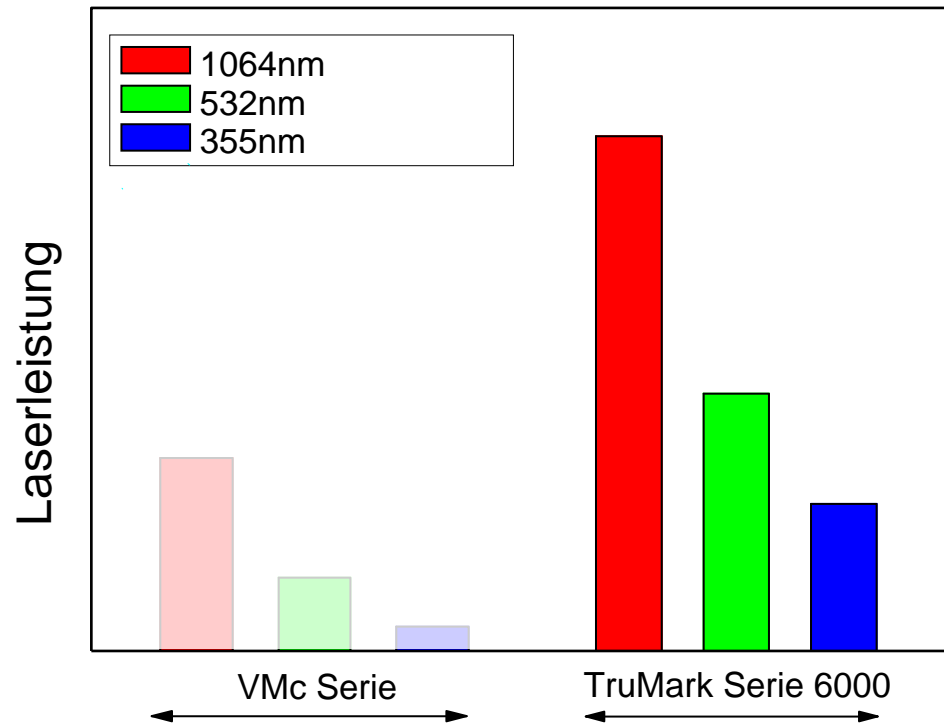
Neuer High Speed Scanner



TruMark Serie 6000



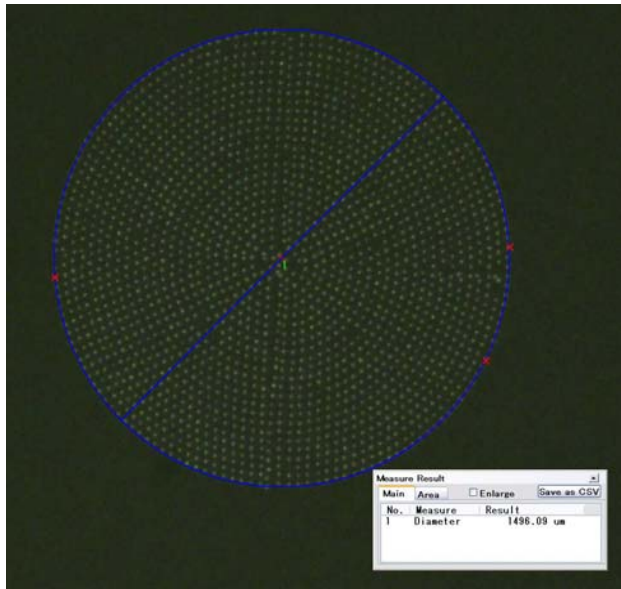
Synergieeffekt: Höhere Effizienz bei der Frequenzkonversion!



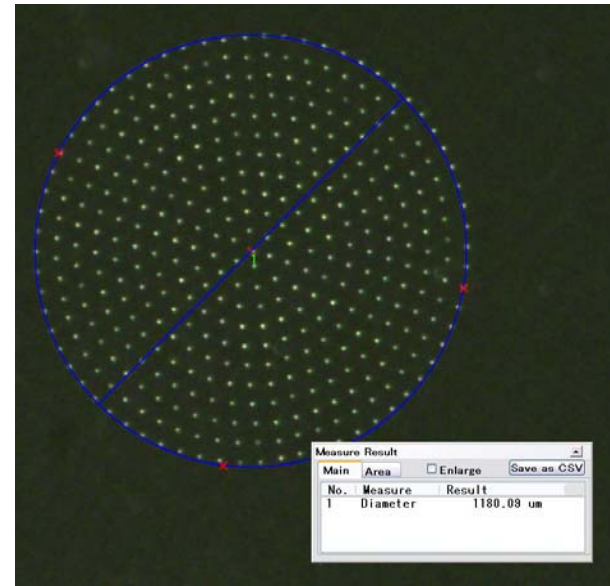


TEM₀₀ UV-Laser erlauben höchste Präzision

- Mikroperforation mittels TruMark 6330.



Durchmesser 1.5 mm

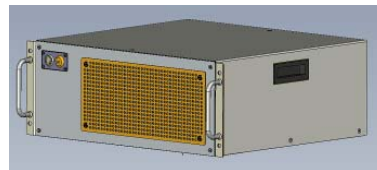
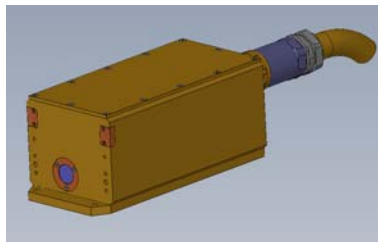


Durchmesser 1.2 mm



Fazit und Ausblick

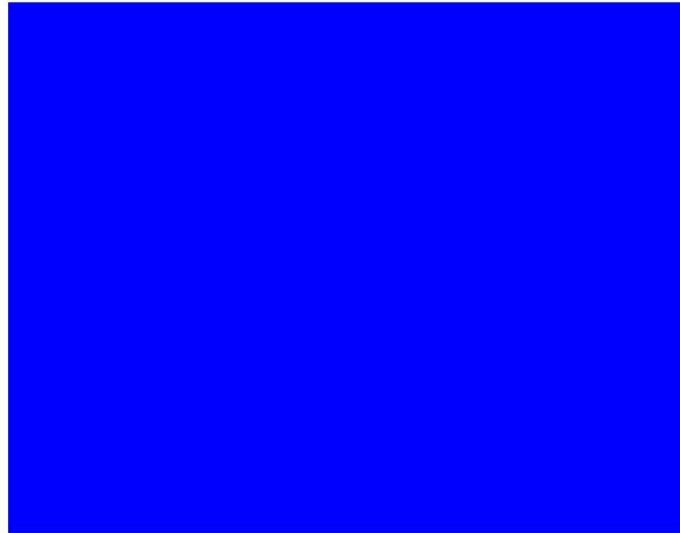
- Energieeffizienz & Prozesseffizienz müssen zusammen betrachtet werden
Hohe Energieeffizienz auf Kosten der Prozesseffizienz hilft nicht weiter!
- Weiter steigende Qualitätsanforderungen und immer neue Materialien
- Hochwertige Strahlquellen für den breiten Markt abseits der Markierlaser
Aus TruMark 3000 wird TruMicro 3000:



- Klein, schnell, günstig, sparsam
- Ressourcenoptimal!

A photograph of a modern, multi-story building with a glass facade, illuminated from within, set against a twilight sky with scattered clouds. The building's lower portion features a solid, light-colored facade. A large white rectangular box is superimposed over the center of the image, containing the word "TRUMPF" in bold black letters and a solid blue square below it.

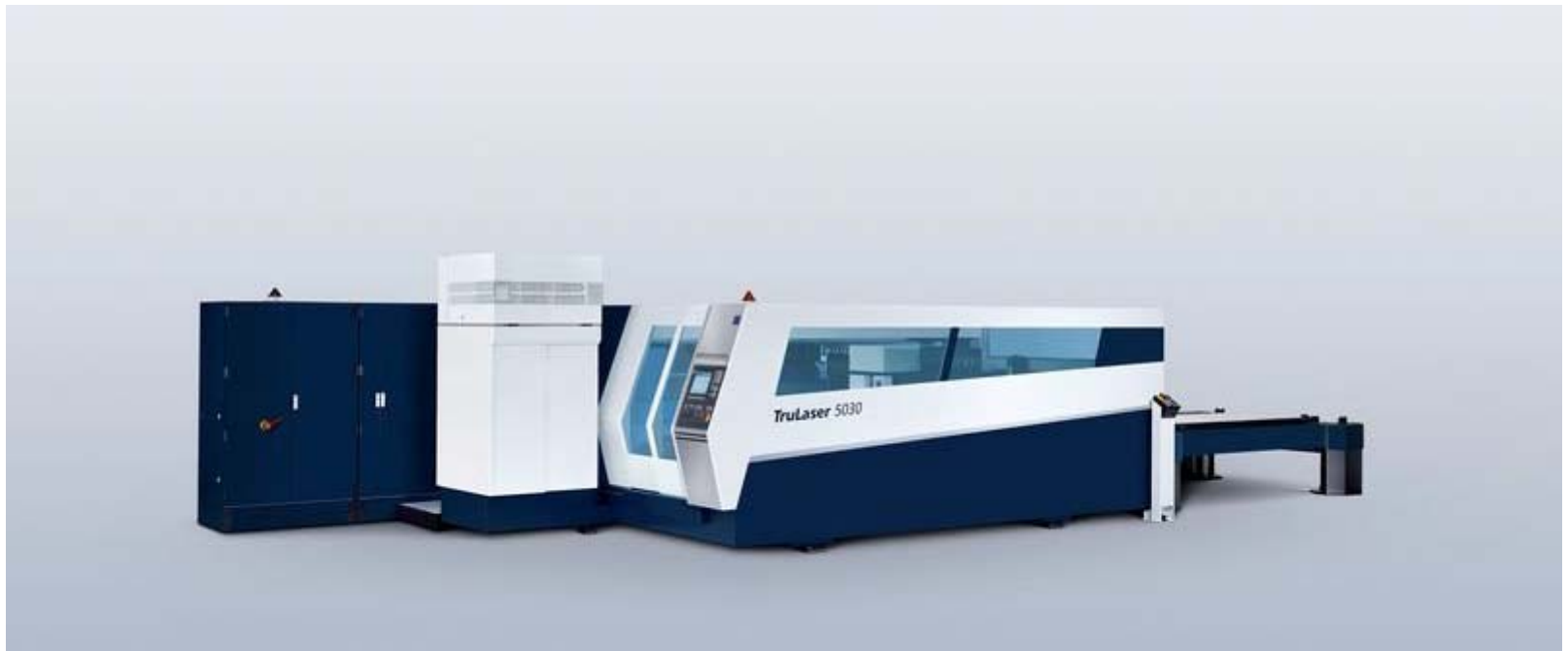
TRUMPF





TruLaser 5030

Die erste Serienmaschine weltweit mit 6 kW-Laser





TruLaser Serie 7000: Die produktivste Laserschneidmaschine der Welt!





Hohe Produktivität und hohe Effizienz!

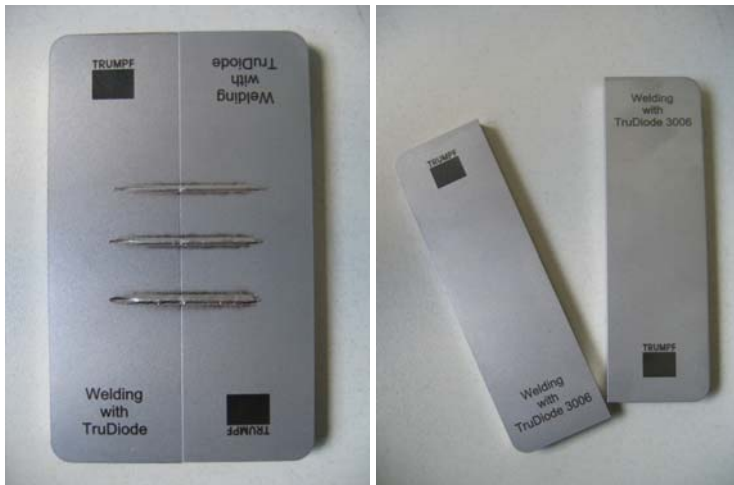
- Effizient dank modernster 6 kW-TruDisk-Schneidtechnologie
 - Hoher Wirkungsgrad des Lasers
 - Produktiv durch
 - Verbesserte Schneidvorschübe pro Laserwatt im Dünnsblech
- Synonym der Energiephilosophie von TRUMPF:
energieeffiziente Produktivität (minimale Kosten pro Schnittmeter)





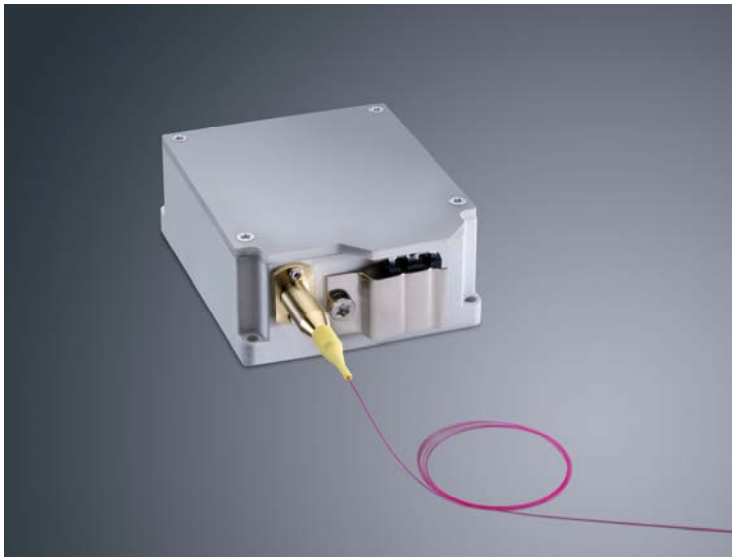
TruDiode 3006

- Schweißen von Edelstahl





TruDiode Diodenmodul



- 100 W in 100 μm -Faser, NA 0.12
- Höchste Effizienz (bis zu 40%)
- Exzellente Strahlqualität
(vergleichbar lampengepumpte FKL)
- Passive Kühlung
→ höchste Lebensdauer
- Modulares Design
(Servicefreundlich und erweiterbar)

